

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-074409

(43)Date of publication of application : 23.03.2001

(51)Int.Cl.

G01B 7/30

G01B 7/00

G01D 5/245

(21)Application number : 11-255409

(71)Applicant : MIKUNI CORP

(22)Date of filing : 09.09.1999

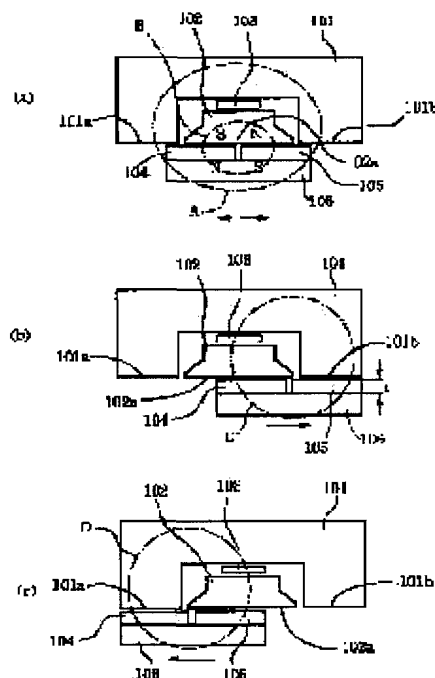
(72)Inventor : MURAJI TETSURO
SEKIYA MITSURU

(54) NONCONTACT TYPE POSITION SENSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a noncontact type position sensor in which a basic structure is common as a sensor, and when it is applied to a rotary sensor, an arbitrary use angle can be established, and when applied to a linear sensor, if the thickness of a magnetic is increased, and a leak magnetic flux is not increased.

SOLUTION: This noncontact type position sensor has a first stator 101 having two magnet confronting sides 101a, 101b, a second stator 102 having one magnet confronting side 102a on a trajectory coupling the two magnetic confronting sides to each other, a hole element 103 provided between the first and second stators, and two magnets 104, 105 which can freely move along the trajectory so as to oppose the three magnet confronting sides, and also are disposed adjacently in the direction of the trajectory.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-74409
(P2001-74409A)

(43) 公開日 平成13年3月23日 (2001.3.23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 1 B 7/30	1 0 1	G 0 1 B 7/30	1 0 1 B 2 F 0 6 3
	7/00		J 2 F 0 7 7
G 0 1 D 5/245		G 0 1 D 5/245	H

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平11-255409

(22) 出願日 平成11年9月9日 (1999.9.9)

(71) 出願人 000177612

株式会社ミクニ

東京都千代田区外神田6丁目13番11号

(72) 発明者 連 哲朗

神奈川県小田原市久野2480番地 株式会社

ミクニ小田原事業所内

(72) 発明者 関谷 満

神奈川県小田原市久野2480番地 株式会社

ミクニ小田原事業所内

(74) 代理人 100099863

弁理士 中倉 和彦

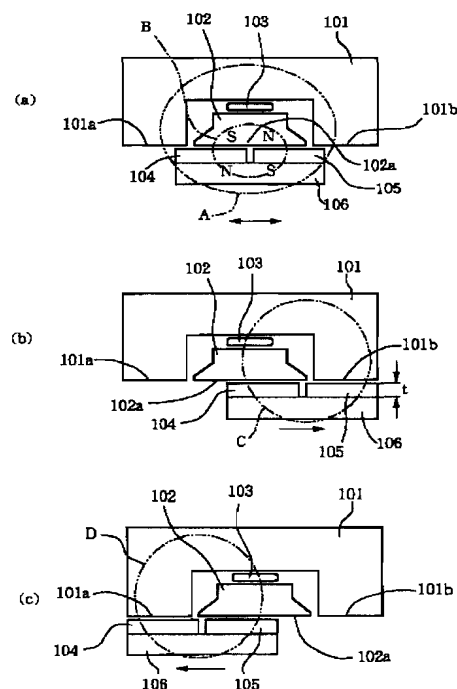
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非接触式ポジションセンサ

(57) 【要約】

【課題】 センサとしての基本的な構成が共通し、ロータリセンサに適用した場合は任意の使用角度を設定でき、リニアセンサに適用した場合は磁石の厚さを厚くしても漏れ磁束が増加することのない非接触式ポジションセンサを提供する。

【解決手段】 2つの磁石対向辺101a, 101bを有する第1ステータ101と、上記2つの磁石対向辺を結ぶ軌跡上に1つの磁石対向辺102aを有する第2ステータ102と、上記第1、第2ステータ間に設けられたホール素子103と、上記3つの磁石対向辺と対向するように上記軌跡に沿って移動自在であるとともに上記軌跡の方向に隣接配置された2つの磁石104, 105と、を有する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 2つの磁石対向辺を有する第 1 ステータと、上記 2つの磁石対向辺を結ぶ軌跡上に 1つの磁石対向辺を有する第 2 ステータと、上記第 1、第 2 ステータ間に設けられたホール素子と、上記 3つの磁石対向辺と対向するように上記軌跡に沿って移動自在であるとともに上記軌跡の方向に隣接配置された 2つの磁石と、を有することを特徴とする非接触式ポジションセンサ。

【請求項 2】 上記磁石が板状磁石であってスライダに保持され、該スライダが直線の軌跡に沿って進退可能であることを特徴とする請求項 1 記載の非接触式ポジションセンサ。

【請求項 3】 上記磁石が湾曲した板状磁石であってロータに保持され、該ロータが円弧の軌跡に沿って回転可能であることを特徴とする請求項 1 記載の非接触式ポジションセンサ。

【請求項 4】 請求項 2 記載の非接触式ポジションセンサにおいて、上記第 1、第 2 ステータをケース内に収容するとともに、該ケース内に上記磁石と第 1、第 2 ステータとの距離を一定に保つ案内部と上記スライダを進退自在に支持する軸受部とを形成したことを特徴とする非接触式ポジションセンサ。

【請求項 5】 上記案内内部が、ケース内に形成されたレールと、スライダに設けられた 1 又は 2 以上のコロとを有することを特徴とする請求項 4 記載の非接触式ポジションセンサ。

【請求項 6】 上記コロが上記 2つの磁石の重心位置近くにあつて、スライダの進退方向と直交する方向に一对設けられていることを特徴とする請求項 5 記載の非接触式ポジションセンサ。

【請求項 7】 請求項 3 記載の非接触式ポジションセンサにおいて、上記第 1、第 2 ステータをケース内に収容し、該ケースのカバーにガイドピンを立設して該ガイドピンで第 1 ステータを貫通保持するとともに、第 1 ステータを貫通したガイドピンに上記ロータを回転自在に軸支させたことを特徴とする非接触式ポジションセンサ。

【請求項 8】 請求項 3 記載の非接触式ポジションセンサにおいて、上記第 1、第 2 ステータをケース内に収容し、上記ロータに中空結合部を形成し、上記ケースに上記ロータの中空結合部と嵌合する突起部を設けたことを特徴とする非接触式ポジションセンサ。

【請求項 9】 上記第 1、第 2 ステータの上記軌跡と直交する方向の幅と、上記可動磁石の軌跡と直交する方向の幅とがほぼ同じであることを特徴とする請求項 4 から 8 のいずれかに記載の非接触式ポジションセンサ。

【請求項 10】 請求項 2 記載の非接触式ポジションセンサにおいて、第 2 ステータの 1つの磁石対向辺の両側に第 1 ステータの 2つの磁石対向辺を対称に配置し、第 1 ステータの磁石対向辺の長さを S_{a1} 、 S_{a2} 第 2 ステータの磁石対向辺の長さを S_{a3} 、2つの磁石の長さ

を $Ma1$ 、 $Ma2$ 、磁石間の隙間を G_{a1} 、3つの磁石対向辺間の隙間を G_{a2} 、 G_{a3} とし、磁石のストロークを $2L$ とした場合、ほぼ

$$Ma1 = Ma2 = 2L - G_{a1}$$

$$G_{a1} = G_{a2} = G_{a3}$$

$$S_{a1} = S_{a2} = S_{a3} = Ma1$$

の関係が成り立つことを特徴とする非接触式ポジションセンサ。

【請求項 11】 請求項 2 記載の非接触式ポジションセンサにおいて、第 2 ステータの 1つの磁石対向辺の両側に第 1 ステータの 2つの磁石対向辺を対称に配置し、第 1 ステータの 2つの磁石対向辺の長さを S_{b1} 、 S_{b2} 、第 2 ステータの磁石対向辺の長さを S_{b3} 、2つの磁石の長さを M_{b1} 、 M_{b2} 、磁石間の隙間を G_{b1} 、3つの磁石対向辺間の隙間を G_{b2} 、 G_{b3} とし、磁石のストロークを $2L$ とした場合、ほぼ

$$M_{b1} = M_{b2} = L - G_{b1} / 2$$

$$G_{b1} = G_{b2} = G_{b3}$$

$$S_{b1} = S_{b2} = S_{b3} / 2 = M_{b1}$$

の関係が成り立つことを特徴とする非接触式ポジションセンサ。

【請求項 12】 請求項 3 記載の非接触式ポジションセンサにおいて、第 2 ステータの 1つの磁石対向辺の両側に第 1 ステータの 2つの磁石対向辺を対称に配置し、第 1 ステータの 2つの磁石対向辺の中心角を $S_{\theta a1}$ 、 $S_{\theta a2}$ 、第 2 ステータの磁石対向辺の中心角を $S_{\theta a3}$ 、2つの磁石の中心角を $M_{\theta a1}$ 、 $M_{\theta a2}$ 、磁石間の隙間を $G_{\theta a1}$ 、3つの磁石対向辺間の隙間を $G_{\theta a2}$ 、 $G_{\theta a3}$ とし、磁石のストロークを 2θ とした場合、ほぼ

$$M_{\theta a1} = M_{\theta a2} = 2\theta - G_{\theta a1}$$

$$G_{\theta a1} = G_{\theta a2} = G_{\theta a3}$$

$$S_{\theta a1} = S_{\theta a2} = S_{\theta a3} = M_{\theta a1}$$

の関係が成り立つことを特徴とする非接触式ポジションセンサ。

【請求項 13】 請求項 3 記載の非接触式ポジションセンサにおいて、第 2 ステータの 1つの磁石対向辺の両側に第 1 ステータの 2つの磁石対向辺を対称に配置し、第 1 ステータの 2つの磁石対向辺の中心角を $S_{\theta b1}$ 、 $S_{\theta b2}$ 第 2 ステータの磁石対向辺の中心角を $S_{\theta b3}$ 、2つの磁石の中心角を $M_{\theta b1}$ 、 $M_{\theta b2}$ 、磁石間の隙間を $G_{\theta b1}$ 、3つの磁石対向辺間の隙間を $G_{\theta b2}$ 、 $G_{\theta b3}$ とし、磁石のストロークを 2θ とした場合、ほぼ

$$M_{\theta b1} = M_{\theta b2} = \theta - G_{\theta b1} / 2$$

$$G_{\theta b1} = G_{\theta b2} = G_{\theta b3}$$

$$S_{\theta b1} = S_{\theta b2} = S_{\theta b3} / 2 = M_{\theta b1}$$

の関係が成り立つことを特徴とする非接触式ポジションセンサ。

【請求項 14】 第 1 ステータと第 2 ステータ間のホー

ル素子が挿入される隙間の間隔が、磁石間の隙間及び3つの磁石対向辺間の隙間とほぼ等しいことを特徴とする請求項10又は11に記載の非接触ポジションセンサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、磁束変化を検出して電圧に変換するホール素子を用いた非接触式ポジションセンサに関し、特に、磁石に向き合う磁石対向辺が3つあるステータを用いたセンサに関する。

【0002】

【従来の技術】ホール素子を用いた非接触式ポジションセンサとしては、ロータリーセンサとリニアセンサとがある。図26は、特開平8-35809号に記載された従来のロータリーセンサの中央断面図である。同図に示すように、結合軸1は、最外側に円筒型のロータ2を有し、このロータ2の内側には、円筒型の永久磁石3が固定されている。永久磁石3の内側には、永久磁石3から若干の隙間を設けて半円型をした2つのステータ4、5が固定される。ステータ4、5の間には、直径方向に伸びる隙間6が形成され、この隙間6の中にホール素子7がある。

【0003】ステータ4、5の周りを円筒型のロータ2と永久磁石3とが回転すると、ホール素子7を通過する磁束が変化し、この磁束の変化がホール素子7の電圧の変化となって表れ、この電圧の変化を測定することによって、ロータ2の回転角度を測定することができることになる。

【0004】図27は、特表平7-500421号に記載されたリニアセンサの構成を示す。このセンサは、ホール素子11と、このホール素子11を挟んで設けられたステータ12、13と、可動磁石14とを有し、可動磁石14のステータ12、13と反対側にもう一つのステータ15を設けた構成となっている。

【0005】可動磁石14はスライダ16に取り付けられ、スライダ16がその長手方向に移動する。可動磁石14が(a)のようにステータ12、13の間にあると、2つの磁気回路A、Bが対称的に形成され、中心に位置するホール素子11を通過する磁束は0となる。可動磁石14が(b)に示すように右に移動すると、磁気回路A、Bのバランスが崩れ、ホール素子11は磁気回路Aに含まれるので、この間の磁束の変化が検知され、スライダ16の移動長さを知ることができる。可動磁石14が(c)に示すように左に移動すると、ホール素子11は、磁気回路Bに含まれ、この間の磁束の変化からスライダ16の位置を検知できることになる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】これらの従来例において、図26のロータリーセンサは、環状の永久磁石を使用しているので、出力特性角は180°サイクルで出力勾配が設定される。そのうち使用可能角は150°程度

となり、150°以下で使用する場合は、それだけ分解能が低下するという問題があった。

【0007】一方、図27のリニアセンサでは、可動磁石14の厚さtが厚くなると、ステータ12、13と、ステータ15との距離は大きくなり、漏れ磁束が増加し出力値の直進性が悪化してしまう。これを避けるために厚さtを薄くすると、磁力が弱くなって所定の感度を得られなくなる、という問題があった。

【0008】本発明は、上記の問題の解決を図ったもので、センサとしての基本的な構成が共通し、ロータリーセンサに適用した場合は、任意の使用角度を設定でき、リニアセンサに適用した場合は、磁石の厚さを厚くしても漏れ磁束が増加することのない非接触式ポジションセンサを提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために本発明の非接触式ポジションセンサは、2つの磁石対向辺を有する第1ステータと、上記2つの磁石対向辺を結ぶ軌跡上に1つの磁石対向辺を有する第2ステータと、上記第1、第2ステータ間に設けられたホール素子と、上記3つの磁石対向辺と対向するように上記軌跡に沿って移動自在であるとともに上記軌跡の方向に隣接配置された2つの磁石と、を有することを特徴としている。

【0010】リニアセンサとしては、上記磁石が板状磁石であってスライダに保持され、該スライダが直線の軌跡に沿って進退可能である構成を特徴としている。ロータリーセンサとしては、上記磁石が湾曲した磁石であってロータに保持され、該ロータが円弧の軌跡に沿って回動可能である構成を特徴としている。

【0011】また、リニアセンサの場合、上記第1、第2ステータをケース内に收容するとともに、該ケース内に上記磁石と第1、第2ステータとの距離を一定に保つ案内部と上記スライダを進退自在に支持する軸受部とを形成した構成としてもよい。

【0012】このとき、上記案内部が、ケース内に形成されたレールと、スライダに設けられた1又は2以上のコロとを有する構成としたり、上記コロが上記2つの磁石の重心位置近くにあつて、スライダの進退方向と直交する方向に1対設けられている構成とすることができる。

【0013】ロータリーセンサの場合、上記第1、第2ステータをケース内に收容し、該ケースのカバーにガイドピンを立設して該ガイドピンで第1ステータを貫通保持するとともに、第1ステータを貫通したガイドピンに上記ロータを回動自在に軸支させた構成とすることができる。

【0014】または、上記第1、第2ステータをケース内に收容し、上記ロータに中空結合部を形成し、上記ケースに上記ロータの中空結合部と嵌合する突起部を設け

た構成としてもよい。

【0015】上記のリニアセンサやロータリセンサにおいて、上記第1、第2ステータの上記軌跡と直交する方向の幅と、上記可動磁石の軌跡と直交する方向の幅とがほぼ同じである構成とすることが望ましい。

【0016】リニアセンサにおいて、第2ステータの1つの磁石対向辺の両側に第1ステータの2つの磁石対向辺を対称に配置し、第1ステータの磁石対向辺の長さを S_{a1} 、 S_{a2} 第2ステータの磁石対向辺の長さを S_{a3} 、2つの磁石の長さを M_{a1} 、 M_{a2} 、磁石間の隙間を G_{a1} 、3つの磁石対向辺間の隙間を G_{a2} 、 G_{a3} とし、磁石のストロークを $2L$ とした場合、

$$M_{a1} = M_{a2} = 2L - G_{a1}$$

$$G_{a1} = G_{a2} = G_{a3}$$

$$S_{a1} = S_{a2} = S_{a3} = M_{a1}$$

という構成が最も高感度となる。

【0017】同じく、リニアセンサにおいて、第2ステータの1つの磁石対向辺の両側に第1ステータの2つの磁石対向辺を対称に配置し、第1ステータの2つの磁石対向辺の長さを S_{b1} 、 S_{b2} 、第2ステータの磁石対向辺の長さを S_{b3} 、2つの磁石の長さを M_{b1} 、 M_{b2} 、磁石間の隙間を G_{b1} 、3つの磁石対向辺間の隙間を G_{b2} 、 G_{b3} とし、磁石のストロークを $2L$ とした場合、

$$M_{b1} = M_{b2} = L - G_{b1} / 2$$

$$G_{b1} = G_{b2} = G_{b3}$$

$$S_{b1} = S_{b2} = S_{b3} / 2 = M_{b1}$$

という構成が最もコンパクトとなる。

【0018】ロータリセンサでは、第2ステータの1つの磁石対向辺の両側に第1ステータの2つの磁石対向辺を対称に配置し、第1ステータの2つの磁石対向辺の中心角を $S_{\theta a1}$ 、 $S_{\theta a2}$ 、第2ステータの磁石対向辺の中心角を $S_{\theta a3}$ 、2つの磁石の中心角を $M_{\theta a1}$ 、 $M_{\theta a2}$ 、磁石間の隙間を $G_{\theta a1}$ 、3つの磁石対向辺間の隙間を $G_{\theta a2}$ 、 $G_{\theta a3}$ とし、磁石のストロークを 2θ とした場合、

$$M_{\theta a1} = M_{\theta a2} = 2\theta - G_{\theta a1}$$

$$G_{\theta a1} = G_{\theta a2} = G_{\theta a3}$$

$$S_{\theta a1} = S_{\theta a2} = S_{\theta a3} = M_{\theta a1}$$

という構成が最も高感度となる。

【0019】また、第2ステータの1つの磁石対向辺の両側に第1ステータの2つの磁石対向辺を対称に配置し、第1ステータの2つの磁石対向辺の中心角を $S_{\theta b1}$ 、 $S_{\theta b2}$ 第2ステータの磁石対向辺の中心角を $S_{\theta b3}$ 、2つの磁石の中心角を $M_{\theta b1}$ 、 $M_{\theta b2}$ 、磁石間の隙間を $G_{\theta b1}$ 、3つの磁石対向辺間の隙間を $G_{\theta b2}$ 、 $G_{\theta b3}$ とし、磁石のストロークを 2θ とした場合、

$$M_{\theta b1} = M_{\theta b2} = \theta - G_{\theta b1} / 2$$

$$G_{\theta b1} = G_{\theta b2} = G_{\theta b3}$$

$$S_{\theta b1} = S_{\theta b2} = S_{\theta b3} / 2 = M_{\theta b1}$$

という構成が最もコンパクトになる。

【0020】さらに、第1ステータと第2ステータ間のホール素子が挿入される隙間の間隔が、磁石間の隙間及び3つの磁石対向辺間の隙間と等しい構成とすることが望ましい。

【0021】

【発明の実施の形態】以下に本発明の非接触式ポジションセンサを図面を用いて説明する。図1は本発明の非接触式ポジションセンサの基本構成を示す図で、リニアセンサに適用した例を示す。本発明のセンサは、第1ステータ101と、第2ステータ102と、これらの間に配置されたホール素子103と、これらに対向して配置された可動磁石104、105と、可動磁石を結合するスライダ106とで構成される。

【0022】第1ステータ101は、「コ」字型で、両側に磁石対向辺101a、101bを有し、第2ステータ102は、ただ1つの磁石対向辺102aを有し、これら3つの磁石対向辺101a、101b、102aは、一つの直線上に配置されている。第1、第2ステータ101、102とホール素子103の配置は、鏡面対称である。スライダ106は、図の矢符号で示すように、その長手方向に進退可能で、その移動量が、このセンサによって検知される。

【0023】可動磁石104、105は、若干の隙間を介して配置された同じ長さの板状磁石で、その厚さ方向に磁極N、Sが形成され、可動磁石104と105とは、磁極が反対になるように図示のように配置される。このような磁極の配置は、以下に記載する他の実施例でも同様となっている。

【0024】図1(a)に示すように可動磁石104、105が丁度中央にある場合、可動磁石104、105と第1ステータ101とによって磁気回路Aが形成され、可動磁石104、105と第2ステータ102とによって磁気回路Bが形成され、ホール素子103を通過する磁束は0となる。

【0025】図1(b)に示すように可動磁石104、105が右端にくと、可動磁石と第1、第2ステータ101、102の右側とで磁気回路Cが形成され、ホール素子103を磁束が通過する。ホール素子103を通過する磁束は、(a)の0から可動磁石が右に移動するに連れて徐々に増加し、(b)で最大となる。そして、磁束の変化に応じた電圧を出力し、可動磁石の位置、すなわち、スライダ106の位置を検知できることになる。

【0026】図1(c)に示すように可動磁石104、105が左端に移動すると、第1ステータ101の左側に偏った磁気回路Dが形成される。この磁束の方向は磁気回路Cとは逆向きになるので、スライダ106の右方向の移動量をプラスとすれば、この(c)の左方向への

移動はマイナスとして検知される。

【0027】上記図1の非接触式ポジションセンサは、次の特性を有する。

①磁気回路が閉ループで構成されており、磁束の漏れがすくない。

②スライダ106は磁力によりその移動方向と直角方向にはずれにくいいため出力変動が少ない。

③可動磁石104、105の厚さtが厚くなっても、磁束漏れが増すことはない。

④スライダ106が常に第1、第2ステータ101、102側に吸い寄せられているので、振動を受けても動きにくい。

【0028】図2は図1の非接触式ポジションセンサを角度センサに適用した実施例である。この非接触式ポジションセンサ110は、2つの磁石対向辺111a、111bを備えた第1ステータと、1つの磁石対向辺112aを備えた第2ステータと、これらの間に配置されたホール素子113と、可動磁石114、115と、これら可動磁石を固定するロータ116とから構成される。

【0029】3つの磁石対向辺111a、111b、112aは、同一の円弧上に配置され、全体でほぼ半円を形成している。一方、可動磁石114、115は、磁石対向辺の円弧と同じ曲率中心を持つ湾曲した板状磁石で、円弧に沿って配置され、ロータ116はこの円弧に沿って矢印のように回転する。

【0030】この実施例でも、可動磁石114、115が円弧に沿って移動すると、図1と同じように磁気回路A、B、C、Dに相当するものが形成され、ホール素子113を通過する磁束が変化し、これを検知することでロータ116の回転角度を検出することができることになる。

【0031】図3は、本発明の非接触式ポジションセンサを実際のリニアセンサに適用した組立図で、(a)はセンサ中央の断面図、(b)は(a)のI-I断面図である。これらの図において、センサのケース120内の空間に、第1ステータ121と第2ステータ122が収容され、これらの間にホール素子123が配置される。可動磁石124、125は、スライダ126内の第3ステータ126aに貼付され、第1、第2ステータ121、122に対面するように収容される。

【0032】スライダ126の両側にはコロ126bがあり、ケース120内に形成されたレール127上を回転自在となっている。また、スライダ126のステータに面する側と反対側には、スプリング受部126cがあり、ケース120内に形成されたスプリング受部120aとの間にコイルスプリング128を嵌装し、スライダ126を常に、図の下方に向けて付勢している。

【0033】以上の構成において、スライダ126は、ケース120の軸受120bに支持され、可動磁石124、125が第1、第2ステータ121、122を吸引

したとき、コロ126bがレール127に接触することでそれ以上ステータ121、122に近づくことができなくなる。コロ126は、可動磁石124、125と第3ステータ126aの重心近くに設けられていることから、左右一对で安定して支持できるが、可動磁石124、125の上下両端近くに対づつ、計4個設ける構成等、他の構成としてもよい。また、軸受120bとスライダ126との間にガタツキがあっても、上記のコロ126bとレール127との支持により支障を生じることではない。

【0034】スライダ126は、可動磁石124、125によってステータの中心に吸引されるため、スライダ126が可動磁石124、125の吸引方向と直角方向にズレることはない。しかしながら、第1、第2ステータ121、122の移動方向と直交する方向の幅Hと、可動磁石124、125の同じ方向の幅hとをほぼ等しくしておくことが最も望ましい。

【0035】以上のように、本発明の実施例では、スライダ126を、一对又は複数対のコロ126とレール127とにより支持し、さらに、軸受120bにおいて支持したので、寸法の誤差等が生じてスライダを安定して支持でき、スムーズに摺動させることが可能となった。また、外部から振動を受けてスライダと可動磁石に荷重が発生しても、その荷重がスライダの軸受120bに殆ど加わらないので、軸受けの摩耗が少ない。さらに、一对のコロ126と軸受120bで支持する構成なので、メカニカル・ヒステリシスが小さく、したがって、作動時の出力ヒステリシスも小さい。

【0036】図4は、本発明の非接触式ポジションセンサを実際のロータリーセンサに適用した組立図である。同図においてケース130内には、第1ステータ131、第2ステータ132があり、これらの間にホール素子133が挿入されている。

【0037】ケース130内のこれらが嵌装される空間は、カバー137で閉止されるが、このカバー137にはロータ136を回転自在に支持するガイドピン137aと、第2ステータ132を固定するピン137bとがある。ガイドピン137aは第1ステータ131を貫通支持し、貫通した先にロータ136が回転自在に嵌合される。もう一方のピン137bには、第2ステータ132が嵌合固定される。また、ロータ136とケース130との間の空間には渦巻き状のバネ138が嵌装され、ロータ136がガイドピン137aを軸として一方に回転するように常時付勢している。図示しないが、ロータ136の回転を所定の位置で止めるためのストッパが設けられている。

【0038】ロータ136は、その一部が第2ステータ132と対向する位置まで延設され、ここに第3のステータ136aが嵌装され、第3のステータには円弧状の2つの可動磁石134、135を1つの円弧に沿って配

置する。

【0039】第1、第2ステータ、可動磁石、ロータの位置関係は、図2に示したものと基本的には同じである。以上の構成であるから、可動磁石134、135は、ガイドピン137aを中心に回転し、第1、第2ステータ131、132の磁石対向辺が形成する円弧に沿って移動する。

【0040】ガイドピン137aとロータ136との嵌合部にガタツキがあって、可動磁石134、135に磁石の吸引方向のずれが生じた場合、可動磁石134、135と第1、第2ステータとの間で吸引するので、ガタツキの一方に片寄せられ、出力精度への影響が小さくなり、作動ヒステリシスも殆ど無く、作動に影響を与えることはない。

【0041】ロータ136のずれが吸引方向と直角方向に生じた場合、これはガイドピンのスラスト方向のずれとなるが、可動磁石134、135と第1、第2ステータ131、132の位相が一致するように規制され、スラスト方向のガタツキも吸収される。

【0042】図5は、図4と同じくロータリセンサの実施例であるが、この実施例は、ガイドピンを使用しない例である。(a)は中心の断面図、(b)は(a)のII-II断面図、(c)は(a)のIII-IIIから見た図で、図2に対応する図である。

【0043】ケース140内には、第1ステータ141と第2ステータ142が円弧に沿って配置され、これらの間にはホール素子143が、外側には可動磁石144、145と第3のステータ146aとが配置される。可動磁石144、145と第3のステータ146aとは、ともにロータ146に固定され、ロータの回転によって第1、第2ステータの円弧の若干外側を隙間を介して回転自在である。

【0044】ロータ146は、その一方に形成された中空結合部146cをケースの突起部140aに嵌合してケース140に回転自在に支持され、他方は、ロータリセンサの取り付け相手のボディ149から突出したシャフト148に支持される。図5(b)に示すように、シャフト148の先端には切欠部148aがあり、ロータ146に形成された切欠部146bと重なって回り止めとなっている。

【0045】シャフト148が軸aを中心に回転すると、可動磁石144、145が円弧上を移動し、ホール素子143を通過する磁束が変化するので、シャフト148の回転角を測定できることになる。

【0046】ロータ146の嵌合部に、可動磁石144、145の吸引方向のガタツキが生じた場合、可動磁石144、145が第1、第2ステータ141、142を吸引して、ガタツキの一方に寄せることでガタツキを吸収する。

【0047】ロータ146が吸引方向と直角方向にずれ

た場合、これは軸aの方向のずれであるが、可動磁石144、145と第1、第2ステータ141、142の位相が一致するように(中心が一致するように)規制され、スラスト方向のずれも吸収される。したがって、上記のずれやガタツキにより出力精度への影響が小さくなり、作動ヒステリシスも殆ど無い。

【0048】すなわち、図4及び図5の実施例では、ロータと可動磁石との間に振動による外力が作用した場合でも、上述したように、ロータは常に一定の位置に自動的に復帰するので、振動の影響を受けにくい。また、振動の影響がロータの軸受部に加わらないので、摩耗も少なくなる。

【0049】図6は、本発明の非接触式ポジションセンサの変位量と出力の関係を示す線図である。縦軸にホール素子の出力をとり、横軸には、リニアセンサの場合は、移動長さ、ロータリセンサの場合は角度をとる。本発明の非接触式ポジションセンサは、左右対称形状としているので、中心からある範囲内では、図6に示すように、磁力の変化と、角度や長さの変位との間には、直線的な関係がある。この直線部分が測定可能領域となる。そこで、実際のセンサでは、角度や長さの変位をこの中心付近の直線部分内に納まるように設計するが、そのとき、この直線の勾配 $\tan \alpha$ がセンサの感度を表わすことになる。一般に、可動磁石の長さを長くすると、感度が向上するが、ステータの形状も可動磁石に合わせて大きくしなければ効果的ではない。

【0050】図7は本発明のリニア型非接触式ポジションセンサで、最も感度が良くなる実施例を示す。すなわち、最も感度の良いステータと可動磁石の寸法と位置関係を示す実施例である。基本的な構成は図1に記載したものと同一となっているが、磁石対向辺や可動磁石の長さが長くなっていることに特徴がある。

【0051】第1ステータの2つの磁石対向辺の長さを S_{a1} 、 S_{a2} 、第2ステータの磁石対向辺の長さを S_{a3} とし、2つの可動磁石の長さをそれぞれ M_{a1} と M_{a2} とする。可動磁石間の隙間を G_{a1} 、一直線に並んだ3つの磁石対向辺間の隙間を G_{a2} 、 G_{a3} とする。可動磁石のストロークを中心から片側にLづつ、計2Lとする。

【0052】以下に、最も感度が良くなる各部の寸法、位置関係について、説明する。まず、可動磁石の長さ M_{a1} と M_{a2} との関係であるが、図8に示すように、 $M_{a1} = M_{a2}$ 付近が良い。

【0053】すなわち、図8(a)は $M_{a1} = M_{a2}$ のときで、リニアリティは0で直線性が確保できる。しかし、(b)に示すように $M_{a1} > M_{a2}$ の場合や、

(c)に示すように、 $M_{a1} < M_{a2}$ の場合は、変位量と電圧との間のリニアリティが悪化する。

【0054】次に、可動磁石の長さ M_{a1} とストロークLとの関係であるが、 $M_{a1} = 2L$ 付近が良く、特に、

$Ma1 = 2L - Ga1$ 付近が効率の良い長さである。仮に、 $Ma1 < 2L$ の場合、図 9 の一点鎖線に示すように、ストローク $2L$ 内で、リニアリティが悪化する。 $Ma1 > 2L$ の場合は、リニアリティへの影響はないが、作動ストロークに対して不要な長さとなり、無駄である。

【0055】図 10 はクリアランス $Ga2$ 、 $Ga3$ とリニアリティとの関連を示す図である。同図 (a) に示すように $Ga2 = Ga3$ 付近の場合のリニアリティは良好なのに対し、(b)、(c) に示すように $Ga2 < Ga3$ や $Ga2 > Ga3$ の場合は、いずれもリニアリティが悪化する。

【0056】次に、ホール素子が挿入される第 1、第 2 ステータのクリアランス T と $Ga2$ 、 $Ga3$ の関係であるが、 $T < Ga2 = Ga3$ のときがリニアリティが良いが、図 11 (a) に示すように、 $T = Ga2 = Ga3$ 付近のとき特に効率が良い。 $T > Ga2 = Ga3$ のときは、磁束のショートカットが起きて、図 11 (b) に示すように、リニアリティが悪化する。

【0057】3つのクリアランス $Ga1$ 、 $Ga2$ 、 $Ga3$ の関係であるが、図 12 (a) に示すように、 $Ga1 = Ga2 = Ga3$ 付近のとき、リニアリティが最も良くなり、 $Ga1 > Ga2 = Ga3$ のときは、図 12 (b) のような傾向があり、 $Ga1 < Ga2 = Ga3$ のときは図 12 (c) のようになって、いずれもリニアリティが悪化する。

【0058】第 2 ステータの長さ $Ma3$ と、可動磁石の長さ $Ma1$ との関係は、図 13 (a)、(b) に示す通りである。すなわち、 $Ma3 < Ma1 = 2L - Ga1$ の場合、(a) の一点鎖線で示すように、ストローク $2L$ の範囲内でのリニアリティが悪化し、 $Ma3 > Ma1 = 2L - Ga1$ の場合は、(b) に示すように、計測可能な範囲 W は $2L$ 以上に広がるが、リニアリティは悪化している。したがって、 $Ma3 = Ma1 = 2L - Ga1$ 付近が最も良好である。

【0059】第 1 ステータの磁石対向辺の長さ $Sa1$ 、 $Sa2$ と、第 2 ステータの磁石対向辺 $Ma3$ と、ストローク $2L$ との関係は、図 14 に示す通りである。同図の実線は、 $Ma3 = Sa1 = Sa2 = Sa3$ の場合で、 $2L$ の範囲全体でリニアリティが良好である。これに対し、 $Sa1 < Sa2$ の場合は、 $-L$ 側でのリニアリティが悪化し、 $Sa2 < Sa3$ の場合は、 $+L$ 側でのリニアリティが悪化する。

【0060】以上から、最も感度の良いセンサの条件は、ストロークを $2L$ として、ほぼ

① 2つの可動磁石の長さ $Ma1$ 、 $Ma2$ は、可動磁石間の隙間を $Ga1$ として、 $Ma1 = Ma2 = 2L - Ga1$

② 第 2 ステータの長さ $Ma3 = Ma1 = 2L - Ga1$

③ 第 1 ステータの長さ $Sa3 \times 3 + Ga2 \times 2$ (Sa

$1 = Sa2 = Sa3) \geq 6L - Ga1$

④ 隙間の幅は、 $Ga1 = Ga2 = Ga3$

の関係が成り立つこととなる。

【0061】図 15 は、最もコンパクトにできるリニア型非接触式ポジションセンサの構成を示す図である。基本的な構成は図 7 に記載したものと同一であるが、磁石対向辺の長さや、可動磁石の長さが異なっている。

【0062】第 1 ステータの 2つの磁石対向辺の長さを $Sb1$ 、 $Sb2$ 、第 2 ステータの磁石対向辺の長さを $Sb3$ とし、2つの可動磁石の長さをそれぞれ $Mb1$ と $Mb2$ とする。可動磁石間の隙間を $Gb1$ 、一直線に並んだ 3つの磁石対向辺間の隙間を $Gb2$ 、 $Gb3$ とする。可動磁石のストロークは中心から片側に L づつ、計 $2L$ である。

【0063】以下に、最もコンパクトになる各部の寸法、位置関係について、可動磁石の長さ とリニアリティの関係から説明する。図 16 に示すように、可動磁石の長さ $Mb1$ と $Mb2$ とは、 $Mb1 = Mb2$ 付近が良い。特に、 $Mb1 = Mb2 = L$ 付近が良く、特に、 $Mb1 = Mb2 = L - (Gb1 / 2)$ 付近が効率の良い長さである。仮に、 $Mb1 < L$ では、図 16 のように、作動ストローク $2L$ の範囲で磁力のリニアリティが悪化する。また、 $Mb1 > L$ では作動ストロークに対して不要な長さであり、無駄となる。

【0064】図 17 は隙間 $Gb2$ 、 $Gb3$ に関するものである。(a) は $Gb2 = Gb3$ のときで、リニアリティが良好である。さらには、 $Gb1 = Gb2 = Gb3$ の付近が最も良好である。(b) は $Gb2 < Gb3$ で、(c) は $Gb2 > Gb3$ の場合で、共に、リニアリティが悪化している。

【0065】ホール素子が挿入される第 1、第 2 ステータのクリアランス T と $Gb2$ 、 $Gb3$ の関係であるが、図 11 で説明したのと同様の理由から、 $T < Gb2 = Gb3$ 付近のときが良い。隙間についても、図 12 で説明したのと同様の理由から、 $Gb1 = Gb2 = Gb3$ 付近のときがリニアリティが最も良くなる。

【0066】図 18 は第 2 ステータの長さ $Sb3$ と、可動磁石の長さ $Mb1$ 及びストローク L との関係を示す図である。図 18 (a) の実線は $Sb3 = Mb1 \times 2 = 2L - Gb1$ の時で、リニアリティは作動長さ $2L$ の全体で確保されている。しかし、 $Sb3 < Mb1 \times 2 = 2L - Gb1$ の場合は、一点鎖線で示すように、 $2L$ の両端において、リニアリティが悪化している。 $Sb3 > Mb1 \times 2 = 2L - Gb1$ の場合は、図 18 (b) に示すように計測範囲 W は広がるが、リニアリティは悪化している。

【0067】磁石対向辺の長さ $Sb1$ 、 $Sb2$ 、 $Sb3$ は、図 19 の実線に示すように、 $Sb1 = Sb2 = Sb3 / 2$ が最も効率が良い。したがって、第 1 ステータの長さは、 $Sb3 \times 2 + Gb2 \times 2$ が良く、 $Sb1 < Sb$

3/2や、 $Sb2 < Sb3/2$ の場合は、図19の一点鎖線や点線で示すようにリニアリティが悪化する。 $Sb1 = Sb2 > Sb3/2$ でも良いが、全長が長くなるだけ無駄であり、コンパクト化に反することになる。

【0068】したがって、第1ステータの長さは、第1ステータ長さ $\geq 2(2L - Gb1) + Gb1 \times 2 \geq 4L$ となる。

【0069】以上から最もコンパクトなリニアセンサは、ストロークを2Lとして、ほぼ

① 2つの可動磁石の長さ $Mb1$ 、 $Mb2$ は、可動磁石間の隙間を $Gb1$ として、 $Mb1 = Mb2 = L - Gb1/2$

② 第2ステータの長さ $Sb3 = 2Mb1 = 2L - Gb1$

③ 第1ステータの長さ $Sb3 \times 2 + Gb2 \times 2 (Sb1 = Sb2 = Sb3/2) \geq 4L$

④ 隙間の幅は、 $Gb1 = Gb2 = Gb3$ の関係が成り立つこととなる。

【0070】同一のストロークLに対して、図7のリニアセンサと、図15のリニアセンサとの第1ステータの長さは、図7のリニアセンサでは $6L - Ga1$ で、図15では、4Lとなり、図7の方がほぼ50%長くなる。

【0071】図7のリニアセンサと図15のリニアセンサとを比較すると、図7の方が約2倍の感度となっている。これについて、図20と図21で説明する。

【0072】図20は図7のリニアセンサの磁気回路の形成状況を説明する図である。この図に示すように図7のリニアセンサでは磁石が中央にある(b)のとき、内回りと外回りの2つの磁気回路が形成される。磁石が右又は左に移動すると、(a)、(c)に示すように、4つの磁気回路が形成される。

【0073】これに対し、図15のコンパクトなリニアセンサでは、図21に示すように、磁石が中央にある(b)のとき、1つの磁気回路しか形成されない。また、磁石が右又は左に移動すると、(a)、(c)に示すように、2つの磁気回路が形成され、結局、図20の場合の半分の磁気回路しか形成されないためである。

【0074】図22は、図7のリニアセンサに対応するロータリセンサで、最も感度の良いロータリセンサを示す。リニアセンサでは各部の大きさを長さで表したが、ここでは中心角で表している。すなわち、ストロークを 2θ ($\pm\theta$)可動磁石の長さを $M\theta a1$ 、 $M\theta a2$ 、第1、第2ステータの磁石対向辺の長さをそれぞれ $S\theta a1$ 、 $S\theta a2$ 、 $S\theta a3$ 、隙間の間隔を $G\theta a1$ 、 $G\theta a2$ 、 $G\theta a3$ と表している。そして、これらの間には、図7のセンサについて、図8から図14(図11は除く)で説明したことが全て該当する。

【0075】したがって、最も感度の高いロータリセンサの条件は、ほぼ

① 2つの可動磁石の長さ $M\theta a1$ 、 $M\theta a2$ は、可動磁石間の隙間を $G\theta a1$ として、 $M\theta a1 = M\theta a2 = 2\theta - G\theta a1$

② 第2ステータの長さ $S\theta a3 = M\theta a1 = 2\theta - G\theta a1$

③ 第1ステータの長さ $S\theta a3 \times 3 + G\theta a2 \times 2 (S\theta a1 = S\theta a2 = S\theta a3) \geq 6\theta - G\theta a1$

④ 隙間の幅は、 $G\theta a1 = G\theta a2 = G\theta a3$ の関係が成り立つこととなる。

10 【0076】図23は、図15のリニアセンサに対応するロータリセンサで、最もコンパクトな構成のものである。ここでも各部の大きさを角度で表している。すなわち、ストロークを 2θ ($\pm\theta$)可動磁石の長さを $M\theta b1$ 、 $M\theta b2$ 、第1、第2ステータの長さを $S\theta b1$ 、 $S\theta b2$ 、隙間の間隔を $G\theta b1$ 、 $G\theta b2$ 、 $G\theta b3$ と表している。そして、これらの間には、図15のセンサについて、図16から図19で説明したことが全て該当する。

20 【0077】したがって、最もコンパクトなロータリセンサは、ストロークを 2θ として、ほぼ

① 2つの可動磁石の長さ $M\theta b1$ 、 $M\theta b2$ は、可動磁石間の隙間を $G\theta b1$ として、 $M\theta b1 = M\theta b2 = 2\theta - G\theta b1$

② 第2ステータの長さ $S\theta b3 = 2M\theta b1 = 2\theta - G\theta b1$

③ 第1ステータの長さ $S\theta b3 \times 2 + G\theta b2 \times 2 (S\theta b1 = S\theta b2 = S\theta b3/2) \geq 4\theta$

④ 隙間の幅は、 $G\theta b1 = G\theta b2 = G\theta b3$ の関係が成り立つこととなる。

30 【0078】図22のロータリセンサと図23のロータリセンサとを比較すると、図22の方が約2倍の感度となる。これについて、図24と図25で説明する。

【0079】図24は図22のロータリセンサの磁気回路の形成状況を説明する図である。この図に示すように図22のロータリセンサでは磁石が中央にある(b)のとき、内回りと外回りの磁気回路が形成される。磁石が右又は左に回転すると、(a)、(c)に示すように、4つの磁気回路が形成される。

40 【0080】これに対し、図23のコンパクトなロータリセンサでは、図25に示すように、磁石が中央にある(b)のとき、1つの磁気回路しか形成されない。また、磁石が右又は左に回転すると、(a)、(c)に示すように、2つの磁気回路が形成され、結局図24の場合の半分の磁気回路しか形成されないためである。

【0081】

50 【発明の効果】以上に説明したように本発明の非接触式ポジションセンサは、2つの磁石対向辺を有する第1ステータと、上記2つの磁石対向辺を結ぶ軌跡上に1つの磁石対向辺を有する第2ステータと、上記第1、第2ステータ間に設けられたホール素子と、上記3つの磁石対

向辺と対向するように上記軌跡に沿って移動自在であるとともに上記軌跡の方向に隣接配置された2つの磁石と、を有する構成としたので、ロータリセンサに適用した場合は、任意の使用角度を設定でき、リニアセンサに適用した場合は、磁石の厚さを厚くしても漏れ磁束が増加することのない非接触式ポジションセンサを得ることができる。

【0082】リニアセンサの場合、上記第1、第2ステータをケース内に収容するとともに、該ケース内に上記磁石と第1、第2ステータとの距離を一定に保つ案内部と上記スライダを進退自在に支持する軸受部とを形成した構成なので、振動等でスライダや磁石が動いても一定の位置に戻るようにすることができ、振動の影響も受けにくい非接触式ポジションセンサを得ることができる。

【0083】ロータリセンサの場合、上記第1、第2ステータをケース内に収容し、該ケースのカバーにガイドピンを立設して該ガイドピンで第1ステータを貫通保持するとともに、第1ステータを貫通したガイドピンに上記ロータを回動自在に軸支させた構成とすれば、やはり、振動等によりロータや磁石が動いても一定の場所に復帰するようにできる。

【0084】また、第2ステータの1つの磁石対向辺の両側に第1ステータの2つの磁石対向辺を対称に配置し、第1ステータの磁石対向辺の長さ、第2ステータの磁石対向辺の長さ、磁石の長さ、磁石間の隙間、磁石対向辺間の隙間を所定の関係にすることで、感度を最も良くしたり、構成を最もコンパクトなものにしたりすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の非接触式ポジションセンサをリニアセンサに適用した場合の構成を示す図である。

【図2】本発明の非接触式ポジションセンサを角度センサに適用した場合の構成を示す図である。

【図3】非接触式ポジションセンサを実際のリニアセンサに適用した組立図で、(a)はセンサ中央の断面図、(b)は(a)のI-I断面図である。

【図4】本発明の非接触式ポジションセンサを実際のロータリセンサに適用した組立図である。

【図5】ロータリセンサの別の実施例を示す図で、(a)は中心の断面図、(b)は(a)のII-II断面図、(c)は(a)のIII-IIIから見た図である。

【図6】本発明の非接触式ポジションセンサの変位量と出力の関係を示す線図である。

【図7】本発明のリニア型非接触式ポジションセンサで、最も感度が良くなる実施例を示す図である。

【図8】磁石の長さとリニアリティとの関係を示す線図である。

【図9】センサのストロークLと磁石の長さMa1とが感度のリニアリティに与える影響を示す線図である。

【図10】隙間Ga2、Ga3とリニアリティの関係を示す線図である。

示す線図である。

【図11】第1と第2ステータ間の隙間Tと隙間Ga2、Ga3との関係を示す線図である。

【図12】隙間Ga1、Ga2、Ga3とリニアリティの関係を示す線図である。

【図13】第2ステータの磁石対向辺の長さと可動磁石の長さMa1との関係を示す線図である。

【図14】磁石対向辺の長さSa1、Sa2、Sa3と、ストロークLとの関係を示す線図である。

【図15】本発明のリニア型非接触式ポジションセンサで、最もコンパクトになる実施例を示す図である。

【図16】可動磁石の長さMb1とストロークLとの関係を示す線図である。

【図17】隙間Gb2、Gb3の関係を示す線図である。

【図18】第2ステータの長さSb3と、可動磁石の長さMb1及びストロークLとの関係を示す線図である。

【図19】磁石対向辺Sb1、Sb2、Sb3の大きさの関係を示す線図である。

【図20】最も感度の良いリニアセンサの磁気回路の発生状況を示す図である。

【図21】最もコンパクトなリニアセンサの磁気回路の発生状況を示す図である。

【図22】本発明のロータリ型非接触式ポジションセンサで、最も感度が良くなる実施例を示す図である。

【図23】本発明のロータリ型非接触式ポジションセンサで、最もコンパクトな実施例を示す図である。

【図24】最も感度の良いロータリセンサの磁気回路の発生状況を示す図である。

【図25】最もコンパクトなロータリセンサの磁気回路の発生状況を示す図である。

【図26】従来のリニアセンサの構成を示す図である。

【図27】従来のロータリセンサの構成を示す図である。

【符号の説明】

101, 111, 121, 131, 141	第1ステータ
101a, 101b, 111a, 111b	磁石対向辺(第1ステータ)
102, 112, 122, 132, 142	第2ステータ
102a, 112a	磁石対向辺(第2ステータ)
103, 113, 123, 133, 143	ホール素子
104, 105, 114, 115, 124, 125, 134, 135, 144, 145	磁石
106, 126	スライダ
116, 136, 146	ロータ

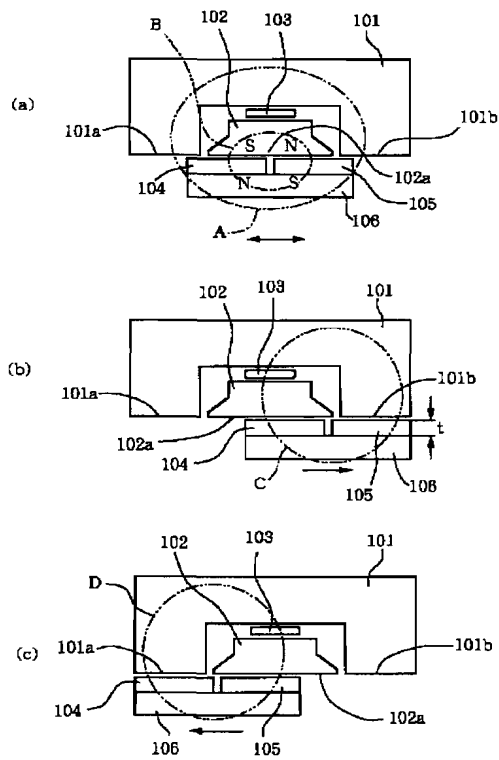
17

18

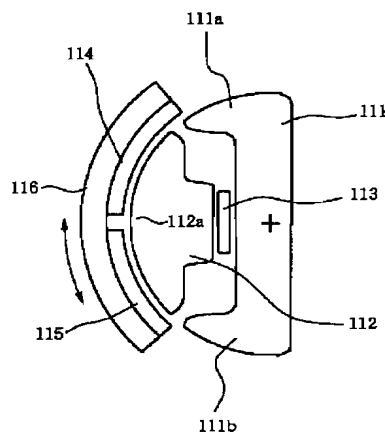
120, 130, 140 ケース
 120b 軸受部
 126b コロ
 127 レール

137 カバー
 137a ガイドピン
 140a 突起部
 146c 中空結合部

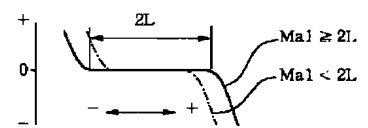
【図 1】



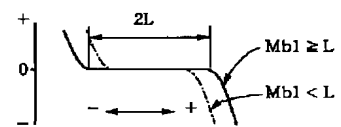
【図 2】



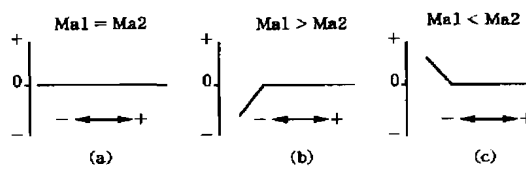
【図 9】



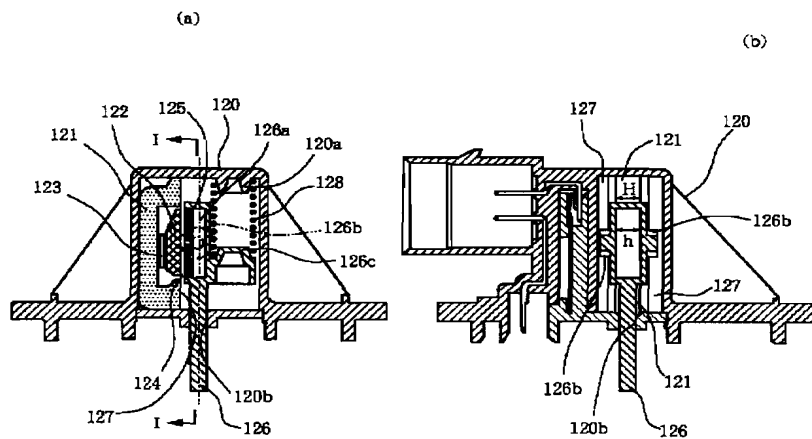
【図 16】



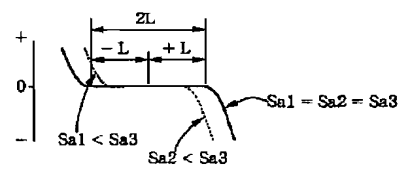
【図 8】



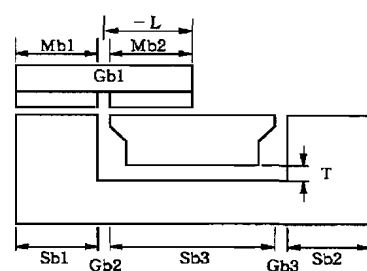
【図 3】



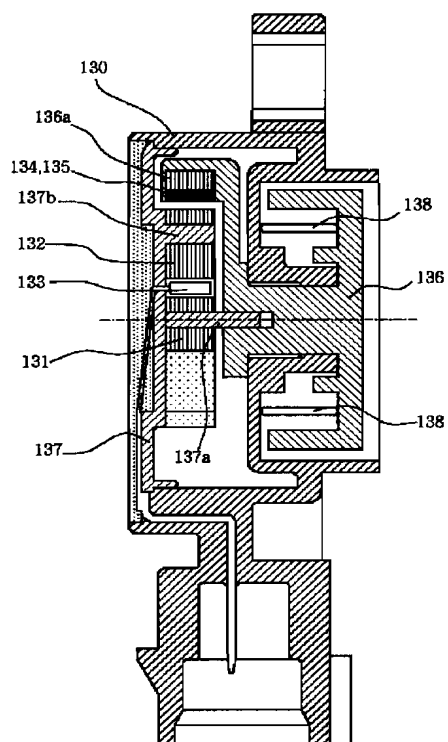
【図 14】



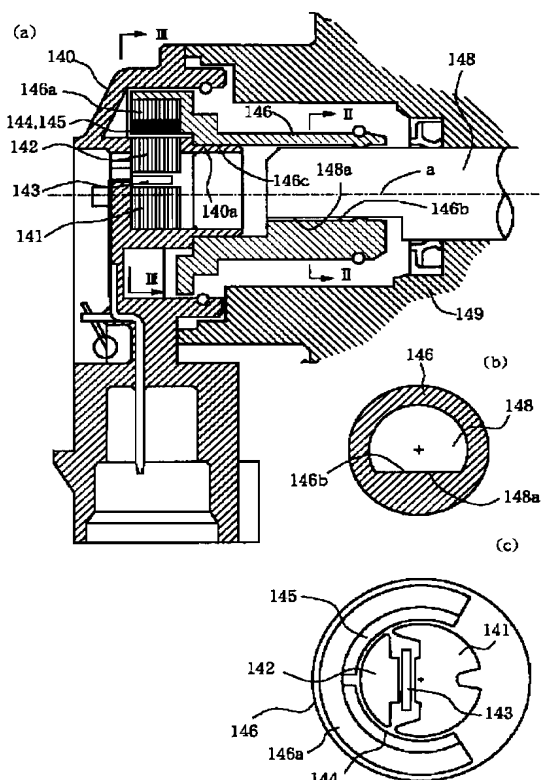
【図 15】



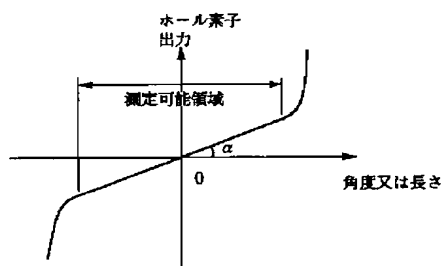
【図 4】



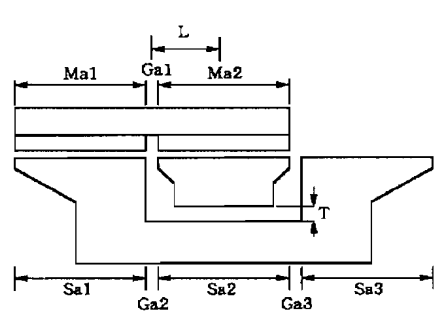
【図 5】



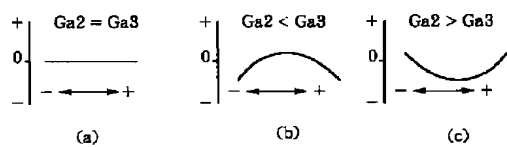
【図 6】



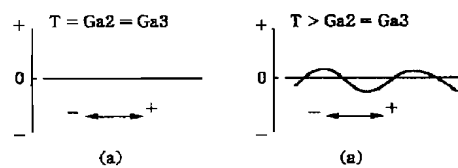
【図 7】



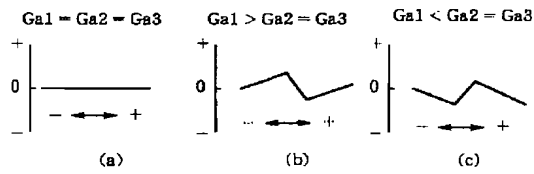
【図 10】



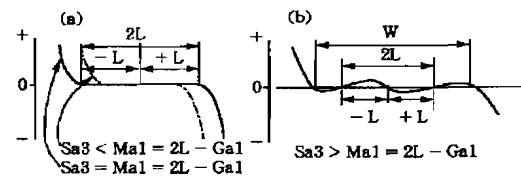
【図 11】



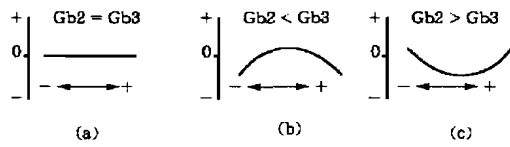
【図 12】



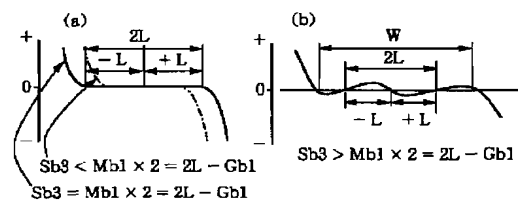
【図 13】



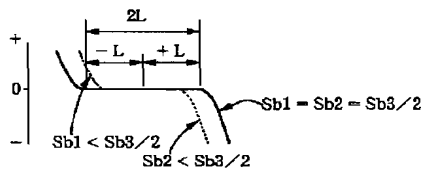
【図 17】



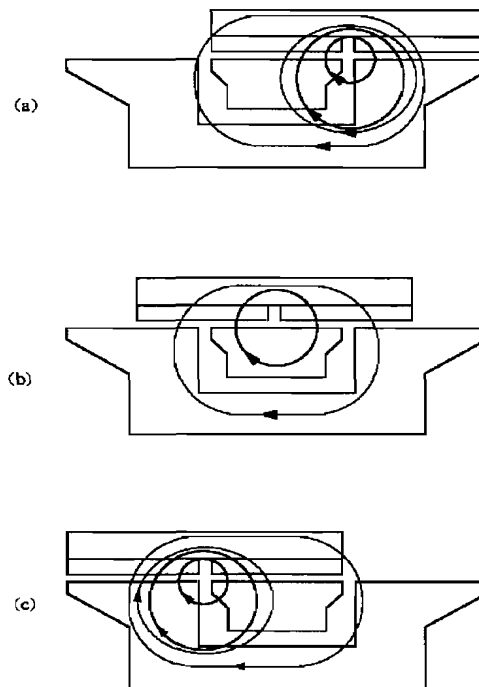
【図 18】



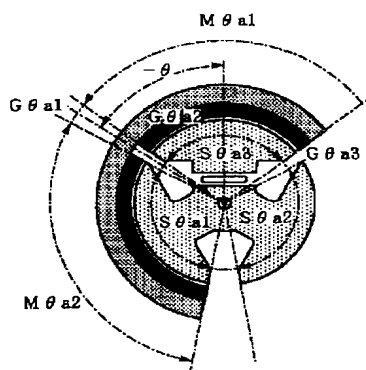
【図 19】



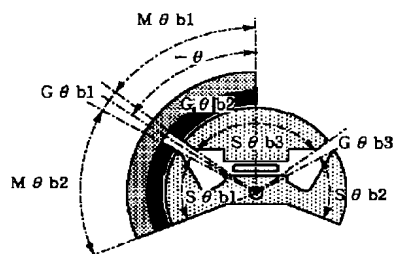
【図 20】



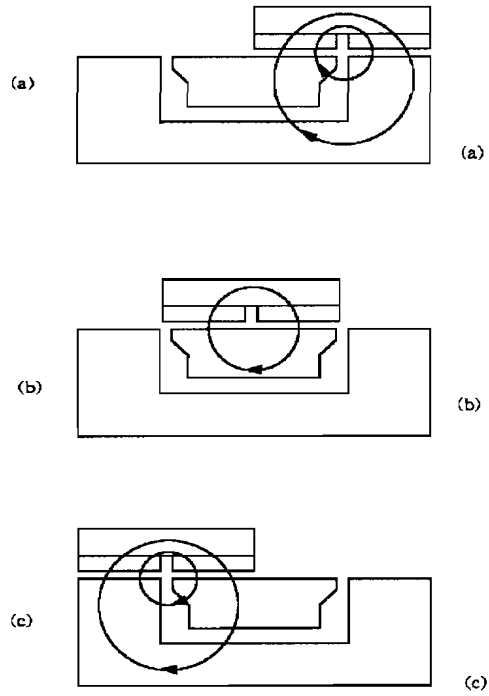
【図 22】



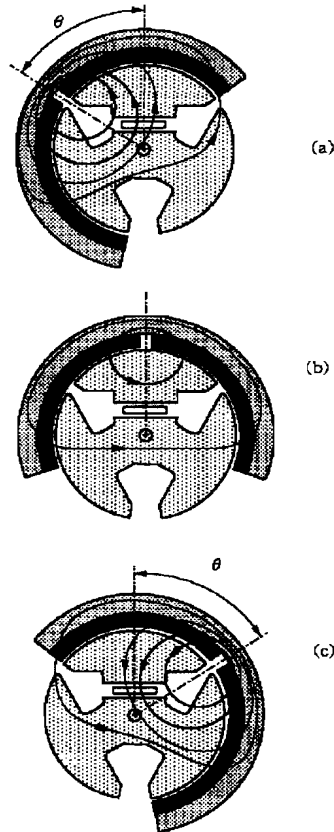
【図 23】



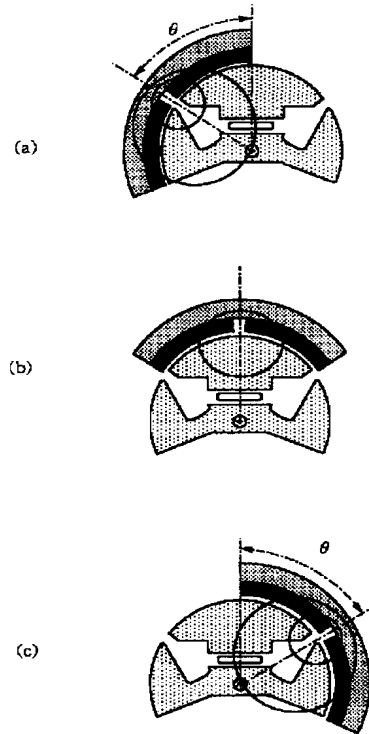
【図 21】



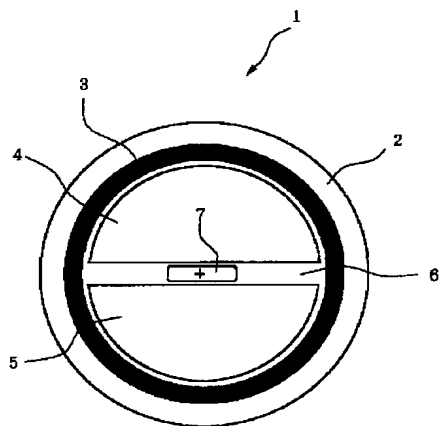
【図 24】



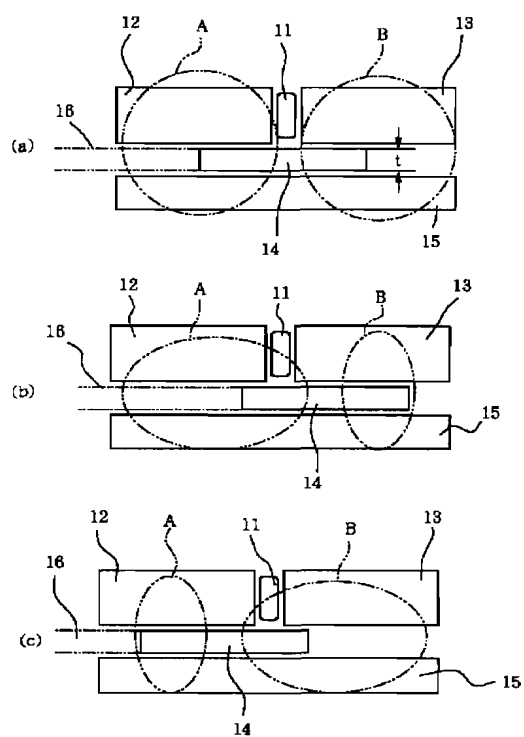
【図 25】



【図 26】



【図 27】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F063 AA02 AA35 DA01 DA05 DB04
 DB07 DD04 EA02 EA03 GA31
 GA36 GA42 GA52
 2F077 JJ01 JJ03 JJ08 JJ23 VV02